



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 40 02 370 A 1**

⑤① Int. Cl. 5:  
**G 02 B 6/24**

②① Aktenzeichen: P 40 02 370.2  
②② Anmeldetag: 27. 1. 90  
④③ Offenlegungstag: 1. 8. 91

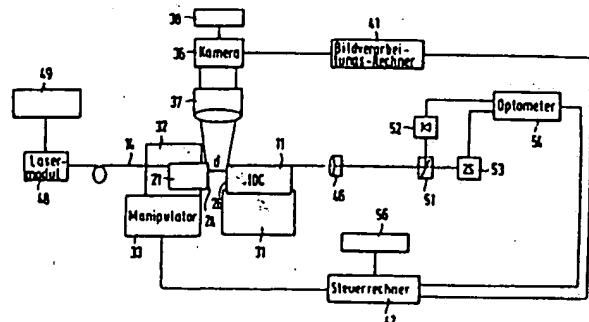
DE 40 02 370 A 1

⑦① Anmelder:  
Standard Elektrik Lorenz AG, 7000 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Dolde, Klaus, Dipl.-Phys. Dr., 7311 Ohmden, DE;  
Regener, Rolf, Dr., 7060 Schorndorf, DE; Straub,  
Manfred, Dipl.-Phys., 7070 Schwäbisch Gmünd, DE

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern und optischen Bauelementen

⑤⑦ Bei einem Verfahren zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern und optischen Bauelementen wird die Stirnfläche des betreffenden Endes eines Lichtwellenleiters mit Hilfe eines Manipulators an die Stirnfläche eines anzukoppelnden Lichtwellenleiters des optischen Bauelementes derart herangebracht, daß die einander zugewandten Stirnflächen der beiden Lichtwellenleiter von einer Kamera hinsichtlich Abstand und Parallelität erfaßt werden. Der Kameraausgang wird in einem Bildverarbeitungsrechner digital verarbeitet und als Istwert einem Steuerrechner als Soll/Istwert-Vergleichseinheit zugeführt. Mit dem Steuerrechner wird der Manipulator bewegt, der den Lichtwellenleiter relativ zum ortsfesten optischen Bauelement verfährt. Damit ist in automatischer Weise im µm-Bereich eine äußerst genaue Ankopplung von Lichtwellenleiter und optischem Bauelement erreichbar, die nicht nur einfach und schnell durchzuführen ist, sondern die auch eine genaue Reproduzierbarkeit der Justierung gewährleistet.



DE 40 02 370 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern und optischen Bauelementen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. dem des Anspruchs 9.

Bei der Ankopplung von Lichtwellenleitern an optische Bauelemente, wie bspw. optische Wellenleitermodule, Lasermodule u. dgl. werden Positioniergenauigkeiten im sub- $\mu\text{m}$ -Bereich angestrebt, um eine optimale, verlustleistungsarme Übertragungsverbindung zu erreichen. Dabei kann ein derartiges Justieren in sechs Freiheitsgraden erfolgen, nämlich in drei translatorischen Bewegungen, der Drehung um die Lichtwellenleiterachse und zwei zueinander senkrechten Schwenkbewegungen der Lichtwellenleiterachse und des anzukoppelnden Bauelementes relativ zueinander.

Eine wesentliche Art der Justierung besteht in dem möglichst nahe aneinander Heranbringen von Lichtwellenleiterende und optischem Bauelement, ohne daß die beiden aneinander anstoßen, was zu Beschädigungen von Lichtwellenleiter und/oder optischem Bauelement führen könnte. Bei anderen optischen Bauelementen als Wellenleitermodulen, wie bspw. Lasermodulen ist es ggf. notwendig, das Lichtwellenleiterende in einen bestimmten Abstand zum Lasermodul zu bringen, wobei die Toleranzen hierfür ebenfalls im Mikrometerbereich anzusiedeln sind. Bei dieser Abstandseinstellung, sei es in einem bestimmten Abstand oder beim möglichst nahe aneinander Heranführen, ohne anzustoßen, ist es außerdem wichtig, daß die Lichtwellenleiterachse unter einem bestimmten Winkel zur Achse des optischen Bauelementes ausgerichtet ist. Diese Art der Justierung betrifft insbesondere den Winkel der Lichtwellenleiterachse gegenüber dem optischen Bauelement in der horizontalen Ebene. Bekannt ist es, diese beiden Arten der Justierung von Hand mittels Mikrometereinheiten derart vorzunehmen, daß die Relativbewegung von Lichtwellenleiterende und optischem Bauelement durch ein Mikroskop beobachtet wird. Diese Art der Justierung ist umständlich und zeitaufwendig und dennoch äußerst ungenau. Wenn das betreffende Lichtwellenleiterende und das optische Bauelement durch eine Klebeverbindung miteinander verbunden werden sollen, müssen die Teile zum Zwischenfügen des Klebers wieder auseinandergebracht und erneut zusammengefahren werden. Somit ist es darüber hinaus nachteilig, daß die Genauigkeit der Reproduzierbarkeit der vorgenommenen Justage zu wünschen übrig läßt. Ein weiterer Nachteil während der Anwendung einer Klebeverbindung besteht darin, daß die Handjustierung zu einem relativ breiten Spalt zwischen Lichtwellenleiterende und optischem Bauelement führt, so daß eine zu große Menge an Klebematerial verwendet werden muß, was den Temperaturgang der erreichten optischen Kopplung nachteilig beeinflusst.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern und optischen Bauelementen der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem in automatischer Weise im  $\mu\text{m}$ -Bereich eine äußerst genaue Ankopplung erreichbar ist und die nicht nur einfach und schnell durchzuführen ist, sondern die auch eine Reproduzierbarkeit der Justage gewährleistet.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern und optischen Bauele-

menten der genannten Art die im Anspruch 1 bzw. im Anspruch 9 angegebenen Merkmale vorgesehen.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen ist eine visuelle Beurteilung der Justage (Abstand, Parallelität) durch das Bedienpersonal vermieden, so daß die Justierung in automatischer Weise äußerst genau und reproduzierbar ist. Im Falle eines möglichst nahe aneinander Heranbringens von Lichtwellenleiterende und optischem Bauelement ist gewährleistet, daß der verbleibende Spalt im  $\mu\text{m}$ -Bereich äußerst gering ist und somit nur diejenige Menge an Klebematerial zwischengefügt werden kann, die unbedingt notwendig ist. Dies bedeutet, daß die Temperaturabhängigkeit der Kopplung äußerst gering ist.

Eine vorteilhafte Verarbeitung der Kameradaten bzw. ein entsprechend vorteilhafter Aufbau ergibt sich mit den Merkmalen gemäß Anspruch 2 bzw. Anspruch 10.

Mit den Merkmalen des Anspruchs 3 bzw. 11 ist eine optimale Lichtübertragung erreicht, da auf diese Weise sowohl die externen anzukoppelnden Lichtwellenleiter als auch der oder die Lichtwellenleiter innerhalb des optischen Bauelementes miteinander zur Deckung gebracht werden können.

Eine optimale Lichtübertragung an den Kopplungsstellen bezieht sich insbesondere auch auf die zu übertragende Leistung, was in optimaler Weise durch Verwendung der Merkmale gemäß Anspruch 4 bzw. 12 erreicht ist.

Ist der externe Lichtwellenleiter durch eine polarisationserhaltende Monomodefaser gebildet, so wird zweckmäßigerweise eine Justierung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 5 bzw. 13 vorgesehen, damit eine Erhaltung der Polarisation erreicht ist.

Mit den Merkmalen gemäß Anspruch 6 bzw. 14 ist eine gute mechanische Verbindung von Lichtwellenleiter und optischem Bauelement gewährleistet, was u. a. auf der exakten Reproduzierbarkeit der zuvor vorgenommenen Justierschritte basiert.

Für ein einfaches und zwecksparendes Justierverfahren und eine kostengünstige Vorrichtung sind die Merkmale gemäß Anspruch 7 und/oder 8 bzw. gemäß Anspruch 15 und/oder 16 vorgesehen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sind der folgenden Beschreibung zu entnehmen, in der die Erfindung anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben ist. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Draufsicht ein optisches Wellenleitermodul mit beidseitig angekoppelten Lichtwellenleitern und

Fig. 2 in schematischer Blockdarstellung eine Vorrichtung zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern und optischem Bauelement in Form des Wellenleitermoduls.

Fig. 1 zeigt ein Ankopplungsbeispiel, an dem das anhand der Fig. 2 beschriebene erfindungsgemäße Verfahren bzw. Vorrichtung zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern, bspw. Glasfasern, und optischen Bauelementen angewendet werden kann. Fig. 1 zeigt als optisches Bauelement einen Lichtwellenleitermodul 11, der als integrierter optischer Schaltkreismodul (IOC-Modul) ausgebildet ist und einen Substratträger 12 mit integrierten Lichtwellenleitern 13 aufweist, an deren Enden je eine optische Lichtwellenleiter-Anschlußleitung 14, 15 und 16 angekoppelt ist. Dazu sind die integrierten Lichtwellenleiter 13 des Lichtwellenleitermoduls 11 nach Art einer Y-Verzweigung angeordnet und ausgebildet, die an der Einkopplenseite des

Lichtwellenleitermoduls 11 einbahnig beginnt und an der Auskoppelseite zweibahnig endet. Der Lichtwellenleitermodul 11 besitzt darüber hinaus der Einkoppelseite zugewandt einen integrierten Polarisator 18 und der Auskoppelseite zugewandt für jeden Zweig einen integrierten Phasenmodulator 19.

Die Lichtwellenleiter- bzw. Glasfaser-Anschlußenden 14, 15, 16 sind in Nuten von Lichtwellenleiterhaltern 21, 22 bzw. 23 eingelegt und bspw. durch Klebung fixiert. Die Lichtwellenleiterhalter 21, 22, 23 sind mit ihrer mit der Lichtwellenleiterendfläche fluchtenden Stirnfläche 24 möglichst nahe an den betreffenden Seitenrand 26 bzw. 27 des Wellenleitermoduls 11 herangebracht, und zwar derart, daß bei einer Klebeverbindung ein sehr kleiner Spalt im  $\mu\text{m}$ -Bereich zur Aufnahme des Klebmaterials verbleibt.

Mit Hilfe des in Fig. 2 zu beschreibenden Verfahrens bzw. Vorrichtung soll eine Justierung in einem ersten Schritt dahingehend erreicht werden, daß die Stirnfläche 24 des betreffenden Lichtwellenleiterhalters 21, 22, 23 möglichst nahe, ohne daß eine Berührung stattfindet, an den betreffenden Seitenrand 26 bzw. 27 des Lichtwellenleitermoduls 11 bzw. von dessen Substratträger 12 herangebracht wird und daß die Stirnfläche 24 und der Seitenrand 26 bzw. 27 parallel zueinander verlaufen. Dies bedeutet eine Justierung sowohl mit einer translatorischen Bewegung in Z-Richtung als auch eine Schwenkbewegung der Achse des äußeren anzukoppelnden Lichtwellenleiters 14, 15 bzw. 16 bzw. dessen Halter 21, 22 bzw. 23 gegenüber der Achse des integrierten Lichtwellenleiters 13 gemäß Doppelpfeil A.

In einem zweiten Justierschritt soll mit translatorischen Bewegungen des äußeren Lichtwellenleiters 14, 15 bzw. 16 bzw. dessen Halter 21, 22 bzw. 23 in X- und Y-Richtung gegenüber dem betreffenden Ende des integrierten Lichtwellenleiters 13 eine optimale Ankopplung hinsichtlich möglichst geringer Leistungsverluste erreicht werden. Ist der äußere Lichtwellenleiter eine polarisationserhaltende Monomodefaser, so muß die Ankopplung unter Erhaltung der Polarisation erreicht werden, welche Justierung durch eine Drehung des äußeren Lichtwellenleiters bzw. von dessen Halter um die Faserachse gemäß Doppelpfeil B erfolgt. Da das Faserende des äußeren Lichtwellenleiters 14, 15 bzw. 16 bereits in entsprechender Weise in den Halter 21 und 22 bzw. 23 eingebettet ist, bedarf es hierzu lediglich einer Justierung in äußerst kleinen Winkelbereichen. Ein sechster Freiheitsgrad bei der Justierung betrifft die Parallelität der Stirnfläche 24 des betreffenden Halters 21, 22, 23 mit dem Seitenrand 26 bzw. 27 des Lichtwellenleitermoduls 11 nicht in Draufsicht gemäß Fig. 1 wie oben, sondern in Seitenansicht gemäß Fig. 2 gesehen. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist hierzu keine Justage erforderlich, da die Toleranzen bei der Herstellung dieser Flächen von Halter 21, 22, 23 und IOC-Modul ausreichend gering sind.

Gemäß Fig. 2 ist der Lichtwellenleitermodul 11 in einer ortsfesten Halterung 31 angeordnet, während der Halter 21, 22 oder 23 mit dem eingebetteten Faserende des äußeren Lichtwellenleiters 14, 15 oder 16 in einer beweglich angeordneten Halterung 32 gehalten ist. Die bewegliche Halterung 32 ist mit einem 5-Achsen-Manipulator fest verbunden und von diesem bzgl. fünf Freiheitsgraden verfahrbar bzw. bewegbar. Dabei ist der Lichtwellenleitermodul 11 in der ortsfesten Halterung 31 derart angeordnet, daß er entweder mit seinem Seitenrand 26 oder seinem Seitenrand 27 der beweglichen Halterung 32 gegenüberliegt, in welcher entweder der

Halter 21 oder der Halter 22 bzw. 23 für eine entsprechende Verbindungsjustierung angeordnet ist. Die soeben beschriebene Anordnung der Halterungen 31 und 32 und der Lichtwellenleiterhalter 21 bis 23 bzw. des Lichtwellenleitermoduls 11 ist hier schematisch in Seitenansicht zu verstehen.

Oberhalb der Anordnung der Halterungen 31 und 32 ist eine Kamera 36 angeordnet, mit der unter Zwischenschaltung eines Mikroskops 37 in Draufsicht (wie in Fig. 1 dargestellt) die in einem Abstand voneinander angeordneten, gegenüberliegenden Randbereiche des Lichtwellenleitermoduls 11 und des betreffenden Halters 21 bis 23 aufnehmbar sind. Die Kamera 36, die bspw. als schwarz/weiß Aufnahmekamera ausgebildet ist, ist mit einem Monitor 38 verbunden.

Aus den von der Kamera 36 aufgenommenen schwarz/weiß Bildern, die durch unterschiedliche Graustufen gebildet sind, wird in einem Bildverarbeitungsrechner 41 sowohl die Stirnfläche 24 des betreffenden Halters 21 bis 23 als auch der Seitenrand 26 bzw. 27 des Lichtwellenleitermoduls 11 digital erfaßt und verarbeitet. Der Bildverarbeitungsrechner 41 ist mit einem Steuerrechner 42 verbunden, der ein Steuerprogramm in der Weise enthält, daß die gewünschten Sollwerte der beiden Justierschritte eingegeben sind und diese Sollwerte jeweils mit den vom Bildverarbeitungsrechner 41 übertragenen Istwerten verglichen werden können. Ausgangsseitig ist der Steuerrechner mit dem 5-Achsen-Manipulator 33 zu dessen Ansteuerung verbunden. Es versteht sich, daß Bildverarbeitungsrechner 41 und Steuerrechner 42 auch zu einer einzigen Rechneinheit verbunden sein können.

Mit Hilfe dieser Anordnung wird zur Ankopplung sowohl der Abstand  $d$  von Stirnfläche 24 und Seitenrand 26 bzw. 27 äußerst präzise und reproduzierbar im  $\mu\text{m}$ -Bereich ( $d=0$  oder  $d\neq 0$ ) als auch die Parallelität von Stirnfläche 24 und Seitenrand 26 bzw. 27 in horizontaler Ebene (gemäß Fig. 1 in Zeichnungsebene) justiert. Dazu werden laufend oder inkremental die von der Kamera gesendeten Bilder im Rechner 41 verarbeitet und die jeweilige Anordnung von Stirnfläche 24 und Seitenrand 26 bzw. 27 als Istwerte dem Steuerrechner 42 zugeführt, der den Manipulator 33 nach einem Soll-/Istwertvergleich entsprechend ansteuert und den Halter 21, 22 oder 23 auf den Lichtwellenleitermodul 11 zubewegt und/oder gemäß Doppelpfeil A (Fig. 1) verschwenkt.

Ist eine entsprechende Justierung vorgenommen worden und sind ggf. die noch zu beschreibenden weiteren Justierschritte durchgeführt worden, wird der Halter 21, 22 oder 23 vom Lichtwellenleitermodul 11 zum Zwischenfügen von Klebmaterial wegbewegt und in die gespeicherte Justierposition dann zur Klebeverbindung zurückbewegt.

Um die weiteren Justierschritte in weiteren 3 Freiheitsgraden durchführen zu können, ist dem oder einem der benachbarten Enden des integrierten Lichtwellenleiters 13 in einem Abstand gegenüberliegend eine Auskopplungslinse 46 angeordnet, deren Abstand von den Daten des Laserlichts abhängig ist, das über den äußeren Lichtwellenleiter 14, 15 bzw. 16 von einem Lasermodule 48 (Laser, Koppler, Detektor) übertragen wird. Der Lasermodule 48 ist mit einer Versorgungsspannung 49 verbunden.

Der vom Lichtwellenleitermodul 11 über einen der integrierten Lichtwellenleiter ausgesandte und von der Auskopplungslinse 46 erfaßte optische Strahl wird über einen Polarisationsstrahlteiler 51 sowohl einem Detektor 52 als auch einem Detektor 53 zugeführt, deren Ausgän-

ge einem Zweikanal-Optometer 54 zugeführt werden. Das Optometer 54 seinerseits ist ausgangsseitig mit dem Steuerrechner 42 verbunden, der mit einer UV-Lampe 56 verbunden ist.

Mit der Anordnung von Auskoppellinse 46, erstem 5 Detektor 53 und Optometer 54 wird eine Justierung dahingehend erreicht, daß eine optimale Lichtübertragung von dem äußeren Lichtwellenleiter 14, 15 bzw. 16 auf den integrierten Lichtwellenleiter 13 des IOC-Moduls 11 bzw. umgekehrt stattfindet. Dazu wird der Lichtwellenleiterhalter 21, 22 bzw. 23 vom Manipulator 33 10 mäanderförmig in den beiden zueinander senkrechten Ebenen des Koordinatensystems in X- und Y-Richtung solange bewegt, bis ein Optimum an Lichtübertragung zwischen äußerem und innerem Lichtwellenleiter erfolgt. 15

Ist der äußere Lichtwellenleiter 14, 15 bzw. 16 durch eine polarisationserhaltende Monomodefaser gebildet, so ist es notwendig, die Ankopplung insoweit zu justieren, daß die Polarisation über die Verbindungsstelle 20 (Kopplerstelle) erhalten bleibt. Hierzu sind der zweite Detektor 52 und der Strahlenteiler 51 vorgesehen. Der Polarisationsstrahlenteiler 51 ist so ausgelegt, daß er bspw. den waagerechten Polarisationsanteil zum Detektor 52 hin ablenkt und den senkrechten Polarisationsanteil des Lichtes zum Detektor 53 durchläßt, oder umgekehrt. Je nach dem, ob man den betreffenden Polarisationsanteil erfassen will oder nicht, wird dieser zum Detektor 53 oder zum Detektor 52 hin gelenkt. Wenn also 25 der Detektor 52 vom Polarisationsanteil, den man in dem betreffenden Licht nicht haben möchte, ein Minimum erfäßt, so erfolgt daraus eine optimale Justage hinsichtlich der Polarisationserhaltung, was dadurch bewirkt bzw. eingestellt wird, daß der äußere Lichtwellenleiter bzw. dessen Halter 21, 22 bzw. 23 um die Lichtwellenleiter- bzw. Faserachse vom Manipulator 33 gedreht 30 wird (Doppelpfeil B in Fig. 1). Es versteht sich, daß dieser zweite Detektor 52 dann nicht notwendig ist, wenn eine Monomodefaser ohne Polarisation mit dem Modul 11 zu verbinden ist. 35 40

Beim beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Justierung nach fünf Freiheitsgraden an der Ankopplung von äußeren Lichtwellenleitern 14, 15, 16, deren Ankopplungsenden in einem Halter 21 bis 23 eingebettet und fixiert sind, mit einem Wellenleitermodul 11 beschrieben. Es versteht sich, daß es auch möglich ist, in 45 erfindungsgemäßer Weise Lichtwellenleiter, die nicht in einem derartigen Halter 21 bis 23 fixiert sind, mit einem optischen Bauelement unter genauer Justierung anzukoppeln. Es ist ferner möglich, die Erfindung auch an anderen optischen Bauelementen als den beschriebenen IOC-Modul, wie bspw. an Lasermodulen anzuwenden. Es versteht sich ferner, daß auch die Anzahl der am 50 optischen Bauelement anzukoppelnden Lichtwellenleiterenden keine Rolle spielt. Desweiteren ist eine derartige Justierung bei den vorgenannten Varianten statt in fünf auch in sechs Freiheitsgraden möglich.

Außerdem ist es mit der erfindungsgemäßen Justierung auch möglich, andere Verbindungen als Klebeverbindungen von äußeren Lichtwellenleiterenden und dem betreffenden der optischen Bauelemente vorzunehmen. 55 60

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern oder Lichtwellenleiterarrays und optischen Bauelementen, bei dem die Stirn-

fläche des betreffenden Endes eines äußeren Lichtwellenleiters mit Hilfe eines Manipulators an die Stirnfläche eines mit mindestens einem anzukoppelnden Lichtwellenleiter versehenen optischen Bauelementes herangebracht wird, wobei einerseits der Abstand der beiden Stirnflächen zueinander und andererseits die Ausrichtung der Achsen der Lichtwellenleiter in zumindest einer Ebene erfaßt und eingestellt werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand und die Parallelität der einander zugewandten Stirnflächen von äußerem Lichtwellenleiter und optischem Bauelement von einer Kamera erfaßt werden, daß der Kameraausgang digital verarbeitet wird und daß das digital verarbeitete Kamerabild als Istwert einem Soll-/Istwertvergleich zugeführt wird, welcher Vergleich zur Ansteuerung der Bewegung oder Bewegungen der anzukoppelnden Stirnflächen verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kameraausgang einem Bildverarbeitungsrechner und dessen Ausgang einem Steuerrechner für den Soll-/Istwertvergleich und zur Ansteuerung des Manipulators zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein von einer externen Lichtquelle in den anzukoppelnden Lichtwellenleiter eingespeistes optisches Signal an einem Ausgang des optischen Bauelementes in einer Auskoppelloptik erfaßt und als Istwert einem Soll-/Istwertvergleich zugeführt wird, welcher Vergleich zur Ansteuerung der Bewegung oder Bewegungen der anzukoppelnden Stirnflächen verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auskoppelloptik die Leistung des empfangenen optischen Signals gemessen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auskoppelloptik der Polarisationsanteil des empfangenen polarisierten optischen Signales erfaßt wird.

6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Justierung des oder der Lichtwellenleiter relativ zum optischen Bauelement Lichtwellenleiter und Bauelement wieder auseinandergebracht, Klebematerial ein- oder beidseitig aufgebracht und der oder die Lichtwellenleiterhalter in die gespeicherte Sollposition wieder zurückgebracht werden.

7. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement festgehalten und der Lichtwellenleiter mittels des Manipulators bewegt wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter mit seinem anzukoppelnden Ende auf einem Halter befestigt und der Halter in bezug auf das optische Bauelement justiert wird.

9. Vorrichtung zum Justieren der optischen Kopplung von Lichtwellenleitern und optischen Bauelementen, mit einem Manipulator, mit dem die Stirnfläche des betreffenden Endes eines äußeren Lichtwellenleiters an die Stirnfläche eines mit mindestens einem anzukoppelnden Lichtwellenleiter versehenen optischen Bauelementes heranbringbar ist, wobei einerseits der Abstand der beiden Stirnflächen zueinander und andererseits die Ausrichtung der Achsen der Lichtwellenleiter in zumindest einer Ebene erfaßbar und einstellbar ist, gekennzeichnet durch eine Kamera (36) zum Erfassen des

Abstandes und der Parallelität der einander zugewandten Stirnflächen (24, 27, 26) von äußerem Lichtwellenleiter (14, 15, 16) und optischem Bauelement (11), durch eine den Kameraausgang digital verarbeitende Einheit (41) und durch eine Soll/Istwert-Vergleichseinheit (42), der das digital verarbeitete Kamerabild als Istwert zugeführt ist und die mit dem Manipulator (33) zum Bewegen der anzukoppelnden Stirnflächen verbunden ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die den Kameraausgang digital verarbeitende Einheit ein Bildverarbeitungsrechner (41) und die Soll/Istwert-Vergleichseinheit ein Steuerrechner (42) ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß am dem anzukoppelnden Lichtwellenleiter (14, 15, 16) abgewandten Ende des optischen Bauelementes (11) eine Auskoppeloptik (46, 51 bis 54) vorgesehen ist, mit der ein von einer externen Lichtquelle (48) in den anzukoppelnden Lichtwellenleiter (14, 15, 16) eingespeistes optisches Signal erfaßbar ist, und daß die Auskoppeloptik (46, 51 bis 54) mit der Soll-Istwert-Vergleichseinheit (42) verbunden ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Auskoppeloptik ein Optometer (54) aufweist, mit dem die Leistung des empfangenen optischen Signals meßbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auskoppeloptik einen Polarisations-Strahlenteiler (51) und zwei mit dessen beiden Ausgängen verbundene Detektoren (52, 53) aufweist, deren Ausgang mit dem Optometer (54) verbunden ist.

14. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtwellenleiter (14, 15, 16) und optisches Bauelement (11) verklebt sind.

15. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Bauelement (11) fest gehalten und der Lichtwellenleiter (14, 15, 16) vom Manipulator (33) bewegbar ist.

16. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (13) mit seinem anzukoppelnden Ende auf oder in einem Halter (21, 22, 23) befestigt und der Halter (21, 22, 23) in bezug auf das optische Bauelement (11) justierbar ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

